

## МАНЕВРЕННЫЙ РОБОТ "ИНТЕЛЛЕКТ-9"

### РЕАЛИЗОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

В Донецком государственном институте проблем искусственного интеллекта в течение ряда лет разрабатываются интеллектуальные системы и их составные части. Одной из таких разработок является экспериментальный малогабаритный маневренный робот "Интеллект-9".

При разработке маневренного робота особое внимание уделялось тому, чтобы он мог с достаточной эффективностью маневрировать в обычной для человека среде и имел подходящие для этого размеры. Хорошая маневренность и управляемость важны при высоких требованиях к точности управления, например, при разметке разграничительных линий. Немаловажной функцией робота является отработка на его базе принципов и систем управления подобными роботами в обычных помещениях.

В маневренном роботе реализованы следующие функции:

- ввод речевого сигнала и распознавание речевых команд,
- синтезированная речь,
- контроль и регулирование движения колес,
- планирование движения,
- радиointерфейс,
- звуковая и световая сигнализация о состоянии аппаратуры,
- автоматическая многорежимная система электропитания.

Для распознавания речевых команд и планирования движения используется программное обеспечение, разработанное специализирующимися по этим вопросам отделами института.

Разработка и изготовление аппаратной части робота, а также разработка ядра программной системы робота, включающего драйверы для взаимодействия с аппаратурой робота, средства переключения задач и программу управления движением, выполнялась силами отдела ОКР.

### ШАССИ МАНЕВРЕННОГО РОБОТА

Исходя из приведенных выше требований к роботу, габаритные размеры шасси были выбраны равными 450×420×400, были проанализированы различные варианты компоновки и проведены эксперименты. Различные варианты шасси рассматривались в [1] как частные случаи N-колесного мобильного робота.

Шасси автомобильного типа хорошо обеспечивает поворот, когда продольная скорость существенно превышает поперечную. При попытках двигать передние полуоси на малой продольной скорости или в неподвижном состоянии требуется усилие, превышающее усилие, подводимое к ведущим колесам от ходового двигателя. Это объясняется тем, что колеса фактически движутся юзом с большим трением, что приводит к увеличению нагрузки на поворотную механику и к повышенному энергопотреблению. При таком шасси сложно добиться точного управления при нанесении разграничительных линий.

Шасси с установкой поворотных колес на вилках с вертикальной осью обеспечивает нормальную работу поворотной механики в неподвижном состоянии робота и на малых скоростях. Но при такой компоновке остается большим радиус разворота. В пространстве привычных для человека помещений сложно с достаточной точностью и оперативностью выполнить простой маневр, например, поворот на 180 градусов.

Известный вариант шасси, в котором все ведущие колеса являются одновременно и поворотными, маневренный и хорошо управляемый, довольно сложен в воплощении, т.к. на каждое колесо требуется по два двигателя с редукторами, средствами контроля и регулирования и алгоритмами расчета положения поворотных механизмов.

По принципу минимальной достаточности за основу был взят вариант шасси со средними ведущими колесами и крайними опорными. Такая компоновка имеет все преимущества предыдущей, но для ее реализации требуется только 2 двигателя. Легкое вращение такого шасси на месте позволяет обходиться без поворотной головы, что упрощает механику и устраняет проблему точного определения положения головы относительно корпуса.

## АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ РОБОТА

Структурная схема аппаратной части робота "Интеллект-9" приведена на рис. 1. В центре схемы расположена материнская плата (МП), работающая на основе микропроцессоров типа Pentium, к которой для расширения возможностей могут подключаться аналогичные платы (МП1, МП2 и т.д.). Через встроенную звуковую карточку и радиointерфейс (РИ) к МП подключен приемопередатчик (ПП), сообщающийся по радиоканалу с радиопультотом (РП), что, в целом, обеспечивает ввод команд радиоуправления и речевого управления. Электродвигатели (ЭД) подключены через интерфейс движения (ИД), регулирующее устройство (РУ) и инвертирующее устройство (ИУ). На ЭД установлены датчики вращения (ДВ). Датчики используются для локального определения перемещения робота [2].

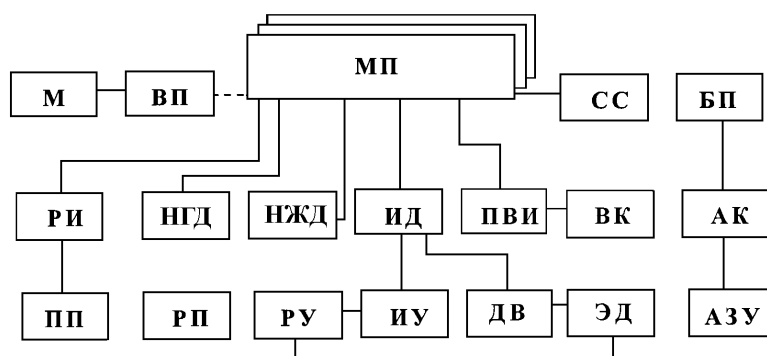


Рис.1. Структурная схема аппаратной части робота.

Планируется подключить видеокамеры (ВК) через плату ввода изображения (ПВИ). К МП подсоединены средства сигнализации (СС) и, через стандартные интер-

фейсы, накопители на гибких дисках (НГД) и накопители жестких дисках (НЖД). Причем установлен ударопрочный НЖД на специально сконструированных амортизаторах. При наладочных работах подсоединяется клавиатура (на структурной схеме не показана) и через видеоплату (ВП) монитор (М).

Аппаратура робота питается от герметичных свинцово-кислотных аккумуляторов (АК) через блок питания (БП). Зарядка АК производится автоматическим зарядным устройством АЗУ. Многоканальное АЗУ, поддерживая рациональный режим работы аккумуляторов, обеспечивает надежную работу всей системы, содержит 30 микросхем и около 300 электронных компонентов.

Аппаратная часть робота открыта для наращивания и модификации.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РОБОТА

Структурная схема программного обеспечения робота "Интеллект-9" приведена на рис. 2. Программное обеспечение содержит ядро программной системы, включающее драйверы для взаимодействия с аппаратурой робота и средства переключения задач, а также набор программного обеспечения, обеспечивающего решение ряда задач [3].

В настоящее время разработаны драйвер радиointерфейса (ДРИ), драйвер интерфейса движения (ДИД), драйвер средств сигнализации (ДСС) и драйвер звуковой карточки (ДЗК). В состав программного обеспечения робота включены также следующие прикладные задачи: речевого управления (РУ), планирования движения (ПД), синтеза речи (СР), настройки и градуировки (НГ). Планируется также подключение задачи анализа изображений (АИ).

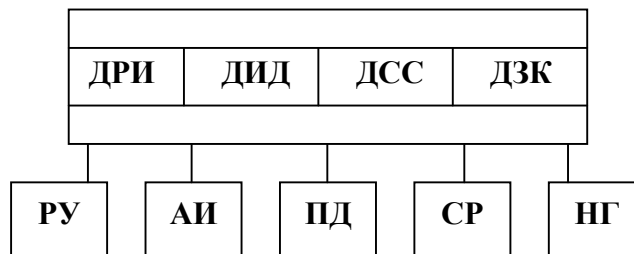


Рис.2. Структурная схема программного обеспечения робота

Необходимо отметить, что реализованный в работе интерфейс движения решает задачу стабилизации и выравнивания курса, а также локального определения перемещения. Обеспечение решения задачи планирования и управления движением возможно после подключения системы ориентации, работа над которой ведётся. Стабилизация курса робота производится с помощью многокритериального алгоритма регулирования скоростью. Для уменьшения погрешности управления, возникающей вследствие проскальзывания колёс [4], применена программно-аппаратная система плавного изменения скорости.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Реализованные аппаратные и программные средства обеспечивают следующие технические характеристики:

скорость движения	0.12-0.32 м/с
скорость разворота	36 - 96 гр/с
емкость аккумуляторов	48 А/ч
преодолеваемый подъем	25 гр
точность контроля вращения колес	1 гр

В результате проведенной разработки получена маневренная и достаточно надежная конструкция, которая может быть дооснащена и усовершенствована. Проведены испытания и эксперименты по управлению роботом в помещении и под открытым небом, во время которых проверялись ручное управление, речевое управление, автоматическое управление движением и взаимодействие с планировщиком движения. В конце ноября 1998 г. робот демонстрировался на выставке Академии Наук, а в марте 1999 г. на выставке СеВІТ 99.

На конструкции "Интеллект-9" отработаны ряд систем и алгоритмов управления роботами подобного типа. Полученные результаты позволили приступить к разработке прикладной конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдаков С.Ф., Стельмаков Р.Э., Штайн С.В. Синтез траекторий и управление мобильными роботами в условиях неопределенности // Материалы конференции "Экстремальная робототехника". Санкт-Петербург ГТУ, 1997. - С. 198-209.
2. Рябинков В.А., Чинаев П.И. Датчики и приборы осязания роботов. 1991. - 357 с.
3. Касаткин А.И. Роботы и искусственный интеллект. К.: Вища школа. 1989 г. - 382 с.
4. В.А. Веселов и др. Ультразвуковой измеритель скорости движения мобильного робота // Материалы конференции "Экстремальная робототехника". - Санкт-Петербург ГТУ. - 1997. - С. 402-404.